

# 愛媛大学

## 物理

### 問題

#### 2018年度入試

【学部】	医学部
【入試名】	前期日程
【試験日】	2月25日



「過去問ライブラリーは、(株)旺文社が刊行する「全国大学入試問題正解」を中心とした過去問、研究・解答(解答・解説)を掲載しています。本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は、(株)旺文社または各情報提供者に帰属します。本サービスに掲載の全部または一部の無断複製、配布、転載、譲渡等を禁止します。各設問に対する「研究・解答」は原則として旺文社が独自に作成したものを掲載しています。掲載問題のうち★印を付したものは、著作権法第67条の2第1項の規定により文化庁長官に裁定申請を行った上で利用しています。

裁定申請日 【2017年】8/1 【2018年】4/24、9/20 【2019年】6/20

1 次の文章を読み、以下の設問に答えなさい。

地球を質量  $M$  の球体と仮定し、軌道半径(地球中心からの距離)  $r_0$  で地球のまわりを等速円運動する人工衛星を考える。人工衛星は質点と見なし、その質量を  $m$ 、最初の速度の大きさを  $v_0$  とする。ただし、万有引力定数を  $G$  とする。空気抵抗、地球の自転、および地球以外の天体による影響は無視できるものとする。円周率は  $\pi$  で表しなさい。

問 1

- (1) 人工衛星の角速度と円運動の周期を、それぞれ  $v_0$ 、 $r_0$  を用いて表しなさい。
- (2) 人工衛星の円運動に対する運動方程式から、 $v_0$  を  $G$ 、 $M$ 、 $r_0$  を用いて表しなさい。
- (3) 人工衛星にはたらく重力加速度の大きさは、地表における重力加速度の大きさの 25% であった。地球の半径を  $6.4 \times 10^3 \text{ km}$  とするとき、人工衛星の地表からの高さは何  $\text{km}$  になるか、有効数字 2 桁で求めなさい。
- (4) この人工衛星が、前方を運動する質量  $2m$  の物体(質点と見なす)と衝突して一体となり、速度の大きさは  $\frac{1}{2}v_0$  となった。衝突の直前、人工衛星と物体は一直線上で同じ向き of 速度を持っていたとする。衝突前の物体の速度の大きさを  $v_0$  を用いて表しなさい。
- (5) (4)の人工衛星の軌道半径を変えて、衝突後の速度の大きさを保ったまま新たな等速円運動の軌道に投入した。このときの軌道半径  $r_1$  を  $r_0$  を用いて表しなさい。

問 2 この人工衛星(問 1 で物体と衝突後、質量は  $3m$  となっていることに注意)を徐々に減速させながら、地球中心からの距離  $r_2$  の A 地点へと移動させた。A 地点で人工衛星の速度が 0 になった瞬間、地球中心から遠ざかる方向へ一定の推進力を与えて、地球中心からの距離  $2r_2$  にある B 地点までさらに移動させた。

- (6) B地点で人工衛星が持つ万有引力による位置エネルギーを、 $G, M, m, r_2$ を用いて表しなさい。ただし、位置エネルギーの基準は無有限遠とする。
- (7) A地点からB地点への移動中、地球中心からの距離 $r(r_2 < r < 2r_2)$ の地点において、人工衛星が持つ加速度は地球中心から遠ざかる向きに $GM\left(\frac{c}{r_2^2} - \frac{1}{r^2}\right)$ と計測された。 $c$ は1より大きい定数である。推進力の大きさを $G, M, m, r_2, c$ を用いて表しなさい。
- (8) B地点において人工衛星が持つ速度の大きさ $v_1$ は、

$$v_1 = \sqrt{X \frac{GM}{r_2}}$$

となる。 $X$ に当てはまる式を、 $c$ を用いて表しなさい。

- (9) B地点で推進力を0にすると、人工衛星がそのまま無限遠に到達するための $v_1$ の最小値を、 $G, M, r_2$ を用いて表しなさい。

2 次の文章を読み、以下の設問に答えなさい。

問 1 以下の文章中の空欄 (ア) から (カ) に、適切な数式または数値を入れなさい。答えの中に平方根を残したままでも構わない。ただし、真空中の点電荷の間にはたらく静電気力に対するクーロンの法則の比例定数を、 $k[\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2]$  とし、電位の基準の位置を無限遠にとることとする。重力は考えないものとする。

- (1) 真空中の平面内に図 1 のように座標をとる。点 A, B, C, D を頂点とした四角形は、一辺の長さが 2 m の正方形である。点 A に  $q[\text{C}]$  の点電荷を固定したとき、原点 O における電場の強さは、(ア)  $[\text{V}/\text{m}]$  であり、原点 O の電位は、(イ)  $[\text{V}]$  である。
- (2) (1)の状態から、さらに点 B, 点 C, および点 D のそれぞれに、 $q[\text{C}]$  の点電荷を固定した。これにより原点 O における電場の強さは、(ウ)  $[\text{V}/\text{m}]$  であり、原点 O の電位は、(エ)  $[\text{V}]$  である。
- (3) (2)の状態では、それぞれの点電荷にはたらく静電気力の大きさは等しく、その大きさは、(オ)  $[\text{N}]$  である。
- (4) (2)の状態から、原点 O に  $Q[\text{C}]$  の点電荷を置いたときに、それぞれの点電荷にはたらく静電気力がつり合った。このときの点電荷  $Q$  は、(カ)  $[\text{C}]$  である。

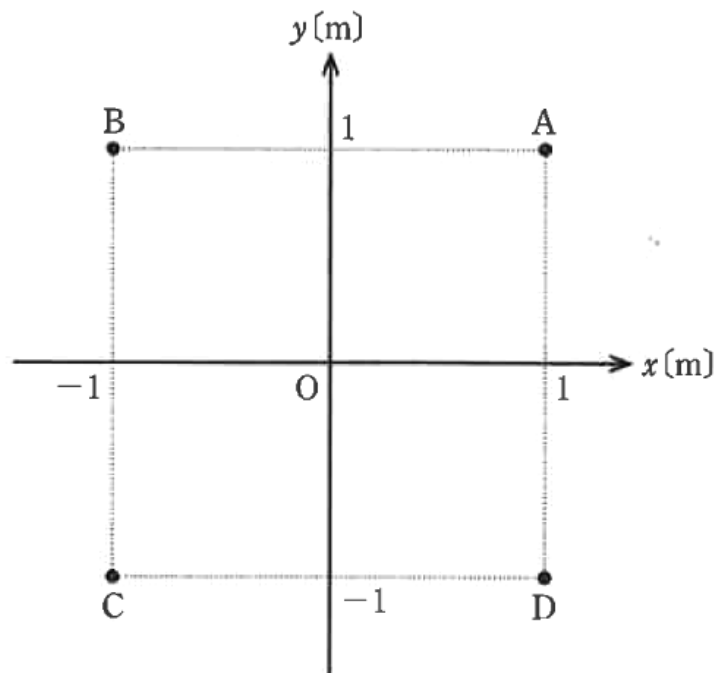


図 1

問 2 図 2 のように、電気抵抗  $R = 5.0 \Omega$  の抵抗器、自己インダクタンス  $L = 1.0 \times 10^{-3} \text{ H}$  のコイル、電気容量  $C = 1.0 \times 10^{-5} \text{ F}$  のコンデンサー、交流の角周波数  $\omega$  [rad/s] を変えることのできる電源、およびスイッチからなる電気回路がある。回路全体に加わる正弦波交流電圧の実効値  $V$  は  $100 \text{ V}$  である。以下の設問に答えなさい。答えの中に平方根を残したままでも構わない。ただし、コイル内の抵抗は無視できるものとする。

- (1) 回路全体に加わる交流電圧の最大値を答えなさい。
- (2) この回路で、抵抗器に加わる交流電圧  $V_R$  とコイルに加わる交流電圧  $V_L$  の位相差の大きさはいくらか。弧度法で答えなさい。
- (3) スwitch を閉じることで、コンデンサーに加わる交流電圧  $V_C$  の大きさが常に  $0 \text{ V}$  となるようにした。この状態で、交流の角周波数  $\omega$  を  $5.0 \times 10^3 \text{ rad/s}$  に固定すると、 $V_R$  と  $V_L$  の実効値が等しくなった。このときの  $V_R$  と  $V_L$  の実効値を答えなさい。
- (4) (3) の状態で、回路に流れる交流電流の実効値を答えなさい。
- (5) (3) の状態から、スイッチを開いて、電源の角周波数を調整することにより回路を共振させた。このときの角周波数 (共振角周波数) の値を答えなさい。
- (6) (5) の状態で、回路に流れる交流電流の実効値を答えなさい。
- (7) (5) の状態における、 $V_L$  の実効値を答えなさい。

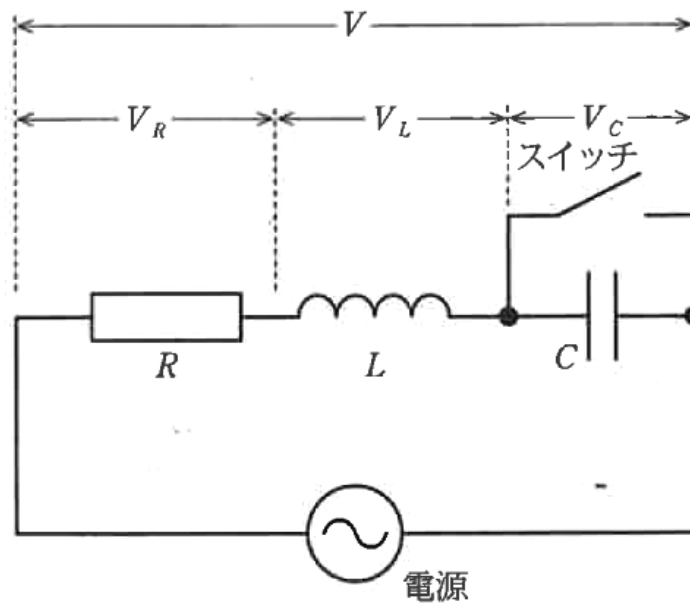


図 2